檢防疫重要性果實蠅（雙翅目：果實蠅科）診斷鑑定要領

黃千育 [1]　蔡偉皇 [2]　蕭旭峰 [1, *]

[1] 國立臺灣大學昆蟲學系。台灣 台北市。

[2] 行政院農業委員會。台灣 台北市。

摘要

果實蠅科 (Tephritidae) 是雙翅目（Diptera）中一個很大的類群，已知有超過 1000 多屬 5600 多種，廣泛分布於世界各地。果實蠅對於農業經濟的影響甚鉅，其幼蟲能直接危害植物體的莖、葉、花、果實及種子，尤其以危害植物果實所造成農業經濟的損失最大，其中較具經濟重要性的有 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitis*、*Dacus*、*Ragoletis* 及 *Zeugodacus* 等 6 屬的果實蠅。果實蠅的幼蟲能夠隨著寄主的進出口而散布到新區域，成蟲飛行能力強，一旦在新區域立足便會迅速擴散成為該地區新的經濟害蟲，所以各國均將果實蠅科的種類列為重要的檢疫防疫害蟲，加以嚴格的管制以遏止其散布，並防止農業產品受到威脅。果實蠅的種類繁多，雖然以外部形態特徵作為鑑定依據是最基本的方法，但有許多具經濟重要性的種類，雖然生活於不同地區，其外部形態特徵卻十分相近不容易區分，一旦入侵必定會造成嚴重的損失。本文簡介目前世界上 6 屬主要檢防疫害蟲種類及其分類鑑定要領，特別著重於分布於亞太地區的重要寡毛實蠅亞科(Dacinae)物種鑑定之特徵區辨。

關鍵詞： 分類學、鑑定、形態學、紋翅實蠅亞科、寡毛實蠅亞科。

前言

據 1994 年中華昆蟲特刊第九號—昆蟲綱科以上學名中名對照表(中華昆蟲學會 1994)，果實蠅科的分類地位如下：

*論文聯繫人

E-mail: sfshiao@ntu.edu.tw

Order Diptera 雙翅目

Suborder Brachycera 短角亞目

Infraorder Cyclorrhapha (Muscomorpha) 環裂下目

Section Schizophora 有縫組

Superfamily Tephritoidea 果實蠅總科

Tephritidae 果實蠅科

全世界目前已記錄共 5,662 種分屬於 1,038 屬(https://www.gbif.org, accessed in June, 2022)，除南北極外，各地理區均有分布，為世界分布的類群。以舊大陸及熱帶地區為主要分布區(Thompson 1998)。英名為 fruit fly，常與果蠅科有所混淆，然而果蠅科為果蠅總科中的一員，與果實蠅分屬不同總科，分類地位相距甚遠。雖然果實蠅的英名為 fruit fly，但是並非只以果實為食，據統計僅有 35％的種類，其寄主為果實(White & Elson-Harris 1992)，大約 40%會危害菊科及薔薇科植物的花器，其他種類會產卵於莖或葉上，為潛食性的種類，部分種類則會形成蟲癭，少數種類可用於雜草生物防治上，另外有非常少的種類是非植食性的，會行腐生或寄生生活。

果實蠅以植物為寄主，對農作物會常造成嚴重危害，以澳洲為例，每年水果的產值達 8 億 5 千萬澳幣，但是，如果不防治果實蠅，每年將造成將高達 1 億澳幣以上的損失(FAO 1986)。Dowell & Wange 1986 年時列舉了在加州造成重大為害的 8 種果實蠅，所造成的為害大約為 9 億 1 千萬美元，並且需要花費 2 億 9 千萬美元來執行防治的工作(FAO 1986)。此外，在我們的鄰國日本，曾投入了 50 億日圓（約合 3 千 2 百萬美元），以及 20 萬人次來施放不孕性雄蟲，以滅絕琉球群島上的東方果實蠅 (*Bactrocera dosalis* (Hendel)) (FAO 1986)。在 EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization)所列舉的 A1 檢疫害蟲中 17 % 為果實蠅類的昆蟲（https://www.eppo.int, accessed in June, 2022)，可見其在經濟上的重要性。依據我國 “輸入植物及植物產品檢疫規定” 中所列，其中甲類禁止輸入及乙類有條件輸入原因中昆蟲及蟎類種類，果實蠅佔比竟高達 47%，而乙（十）類有害生物清單中昆蟲類 342 種中，果實蠅也佔了 32 種，約達 10%的物種數目 (https://law.coa.gov.tw/GLRSnewsout/LawContent.aspx?id=GL000134, accessed in June, 2022)。果實蠅害蟲不僅在防疫上造成

重大困擾，同時也是國內外關切的主要檢疫害蟲類群。

科級分類及分類特徵

一、 科級的特徵

果實蠅科昆蟲在科級的特徵上，可以分為頭、胸、腹三部分來說明：

(一) 頭（圖 1）

頭部主要特徵為，具有前額縫 (Ptilinal fissure)；額下側剛毛 (Inferior fronto-orbital bristle) 1 對、2 對或多對，額上側剛毛 (Superior fronto-orbital bristle) 多為 2 對；頭頂剛毛 (Vertical bristle) 2 對；頭頂後剛毛 (Postvertical bristle) 或稱單眼後剛毛 (Postocellar bristle) 1 對；後頭部近眼緣處具有後頭剛毛列 (Occipital row)；觸角不正形，觸角剛毛 (Arista) 上具軟毛或成羽狀或平滑不具軟毛；具明顯頰剛毛。

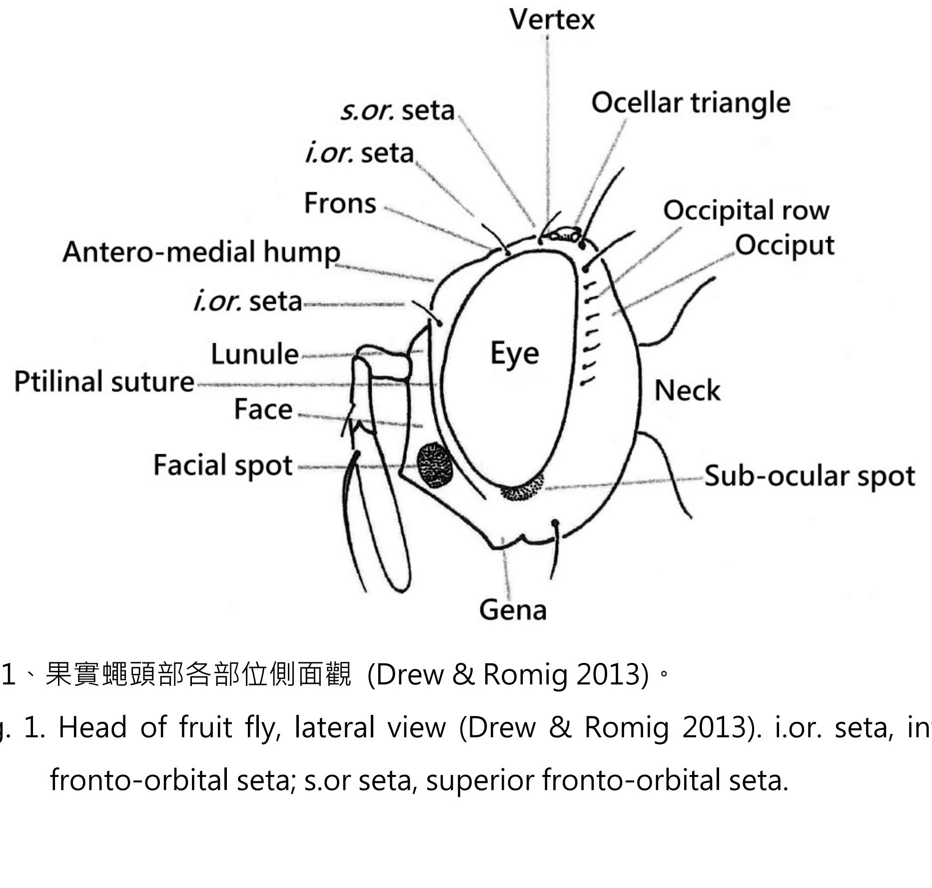

圖 1、果實蠅頭部各部位側面觀 (Drew & Romig 2013)。

Fig. 1. Head of fruit fly, lateral view (Drew & Romig 2013). i.or. seta, inferior fronto-orbital seta; s.or seta, superior fronto-orbital seta.

(二) 胸(圖 2)

胸部雖分為前胸、中胸及後胸,但前胸及後胸小呈單一板片,在分類上並不重要,中胸背板被中胸橫縫分為橫縫前盤及橫縫後盤 2 部分,中胸橫縫不連續;具上膊剛毛(postpronotal seta)、肩剛毛(scapular seta)、前背側板剛毛(anterior notopleural seta)、後背側板剛毛(posterior notopleural seta)、橫縫前剛毛(presutural seta)、翅基前剛毛(anterior supra-alar seta)、翅基後剛毛(posterior supra-alar seta)、小楯板前剛毛(prescutellar seta)、背中剛毛(dorsocentral seta)等,或缺少數對;中胸背板後盤之後具有小楯板,成三角形具小楯板剛毛(scutellar seta) 1-2 對,少數有 3 對以上;胸部背板上具有數條色帶或色斑。

翅上的翅脈(圖 3)為重要分類特徵之一,主要的特徵為,Sc 脈末端向上彎曲呈直角,甚多種類末端退化或消失,此亦為果實蠅科重要分類特徵;肘臀室(cup)橫脈形狀甚多,多為向外突起狀。

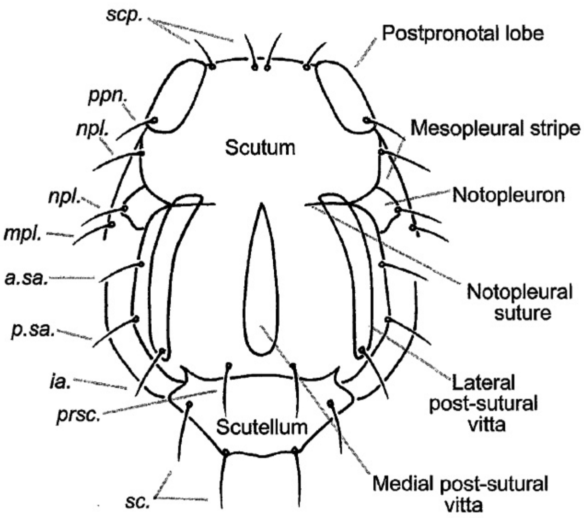

圖 2、果實蠅中胸背板之斑紋及剛毛列 (Drew & Romig 2013) 。

Fig. 2. Color patterns and chaetotaxy on mesothorax of tephritid fruit flies (Drew & Romig 2013). Abbreviations: a.sa., anterior supra-alar seta; ia., intra-alar; seta; mpl., mesopleural seta; npl., notopleural seta; ppn., postpronotal seta; prsc., prescutellar seta; p.sa., posterior supra-alar seta; sc., scutellar seta; scp., scapular seta.

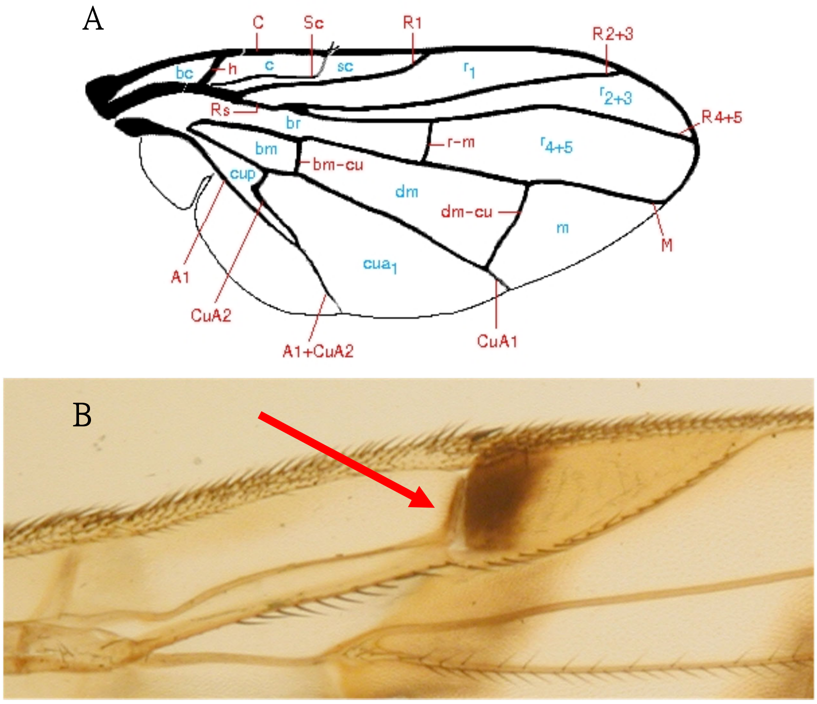

圖 3、果實蠅科翅脈圖。A，翅脈及翅室概觀 (Thompson 1998) ； B，箭頭顯示 Sc 脈向上幾近垂直角度彎曲且其末端通常於接近 C 脈前消失。

Fig. 3. Wing of fruit flies. A, overview, wing veins and wing cells (Thompson 1998); B, the arrow indicate the Sc vein apically bent forward at almost a 90-degree angle and ending before reaching C as a family-level character.

(三) 腹（圖 4）

一般成橢圓形或紡錘形，可見腹節，雄性 5 節而雌性 6 節；雄性第 9 節為生殖節，雌性第 7、8、9 為產卵管節；雌性產卵管為重要之分類特徵。

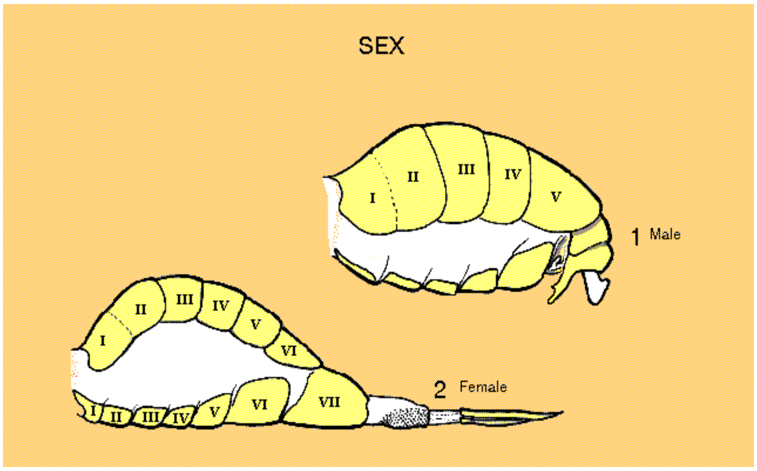

圖 4、果實蠅腹部。1. 雄蟲；2. 雌蟲 (Thompson 1998)。

Fig. 4. Abdomen of fruit flies. 1, male; 2, female (Thompson 1998).

二、亞科的變遷

早期果實蠅科下各亞科之分類情形於學界看法分歧，果實蠅科最初分成兩個亞科，但是有兩種說法，一是 Enderlein 在 1911 年利用單眼剛毛、背中剛毛之有無，將果實蠅分為寡毛實蠅亞科(Dacinae)及紋翅實蠅亞科(Trypetinae) 2 亞科，另一是 Bezzi 在 1913 年所提出來的 Dacinae 及 Trupaneinae，但往後的分類系統則根據 Enderliein 所提的架構。Hendel (1927) 沿用前者架構並增加斑翅實蠅亞科(Tephritinae)。其後陸續有 Shiraki (1933) 將紋翅實蠅亞科分為紋翅實蠅亞科以及斑翅實蠅亞科(Tephritinae)，主要依據雌蟲最後腹節背板與前一腹節背板的長短比較。Munro (1935) 將果實蠅分為 4 亞科，即寡毛實蠅亞科、Adramoninae 亞科、紋翅實蠅亞科及斑翅實蠅亞科。Hering (1947)增加羽紋實蠅亞科 (Aciurinae)、U 紋實蠅亞科 (Euribiinae)、突鞘實蠅亞科 (Oedaspinae)、紋斑實蠅亞科 (Terelliinae)、

裂翅實蠅亞科 (Schistopterinae)，提出了 8 亞科的亞科系統，為果實蠅科的亞科分類系統中亞科最多的階段。Shiraki (1968) 移除羽紋實蠅亞科與紋斑實蠅亞科，把果實蠅分為 5 個亞科，分別為寡毛實蠅亞科、裂翅實蠅亞科(Schistopterinae)、Euribiinae、紋翅實蠅亞科及斑翅實蠅亞科。Hardy 在 1973 與 1974 年的專著中提出 4 亞科的分類系統，分別為寡毛實蠅亞科、裂翅實蠅亞科、紋翅實蠅亞科及斑翅實蠅亞科。曾義雄等(1973) 則認為可分為 5 亞科：寡毛實蠅亞科、裂翅實蠅亞科、Euribiinae、紋翅實蠅亞科及斑翅實蠅亞科。而 Thompson (1998)所著的專書中，所採用的是 3 亞科的系統。而張弘毅於其博士論文(2001)中整理許多專家的看法，所用的是 5 亞科的分類方式。後 Korneyev (1999) 提出 6 個亞科論點，其中自紋翅實蠅亞科中分出菲實蠅亞科 (Phytalmiinae)，整併原先屬於紋翅實蠅亞科的蠟實蠅族與腹帶實蠅族至寡毛實蠅亞科；另外新增擬寄蠅亞科 (Tachiniscinae) 與 Blepharoneurinae 亞科 (暫無中文譯名)。

亞科的分類特徵

一、Tephritinae 斑翅實蠅亞科（圖 5）

肩剛毛(scapular seta)缺如；上方前側片上之垂直縫線缺如或退化；後頭剛毛列之剛毛有些呈粗、扁形、白色或黃白色。

二、Dacinae 寡毛實蠅亞科（圖 6）

觸角剛毛剛毛狀；單眼剛毛、單眼後剛毛、背中剛毛、橫縫前剛毛(presutural seta)、背側板剛毛(notopleural seta)及部分之上膊剛毛(postpronotal seta)均缺如；肘臀橫脈較肘臀脈為長；基中室 (bm) 約為肘臀室 (cup)的 2 倍寬；腹部第 5 腹背板後方兩側通常具有 2 塊略凹陷的斑。

Ceratitidini 蠟實蠅族（圖 7）

觸角剛毛呈羽狀，若為剛毛狀，則其上具有很短的小毛；頭部及胸部之剛毛列通常完整；肘臀室後方具有延長的尖銳突起，肘臀橫脈通常通常短於肘臀脈；基中室約與肘臀室等寬。

三、Phytalmiinae 菲實蠅亞科（圖 8）

觸角剛毛通常呈羽狀；單眼剛毛細小或退化；小楯板剛毛通常 3 對；前足腿節腹面之長剛毛列發達；雌蟲產卵管為原始的接觸形(tactile)。

四、Trypetinae 紋翅實蠅亞科（圖 9）

觸角剛毛通常剛毛狀，其上具有短的小毛；單眼剛毛通常發達；小楯板剛毛(scutellar seta)通常 2 對；前足腿節腹面之剛毛僅數枚；雌蟲產卵管特化，成針狀、劍狀。

五、Tachiniscinae 擬寄蠅亞科

擬寄蠅亞科是一個種類數量稀少的寄生性類群，多數不具有經濟重要性，據 Korneyev (1999) 的定義，此亞科的分類特徵如下：(1) arista short pubescent; (2) two postpronotal setae; (3) two

postsutural supra-alar setae; (4) oviscape opened posterodorsally; (5) eversible membrane without taeniae but with biventral area of dense, very dark, larger scales; (6) aculeus short, stiletto-like。

六、Blepharoneurinae 亞科

此亞科種類數量亦少，僅稍多於擬寄蠅亞科，是果實蠅科中種類數量最少的兩亞科，目前也未發現有害蟲種類。據 Korneyev (1999) 的定義，此亞科的分類特徵如下 : (1) arista short pubescent; (2) two postpronotal setae in the ground plan; (3) anterior (prephragmal) anepisternal seta present on the upper portion of sclerite; (4) vanes of the phallapodeme broadly separate; (5) scales on anterior half of eversible membrane well developed, but mostly tri- or multidentate with a large central tooth; (6) aculeus cutting, lobed or serrate。

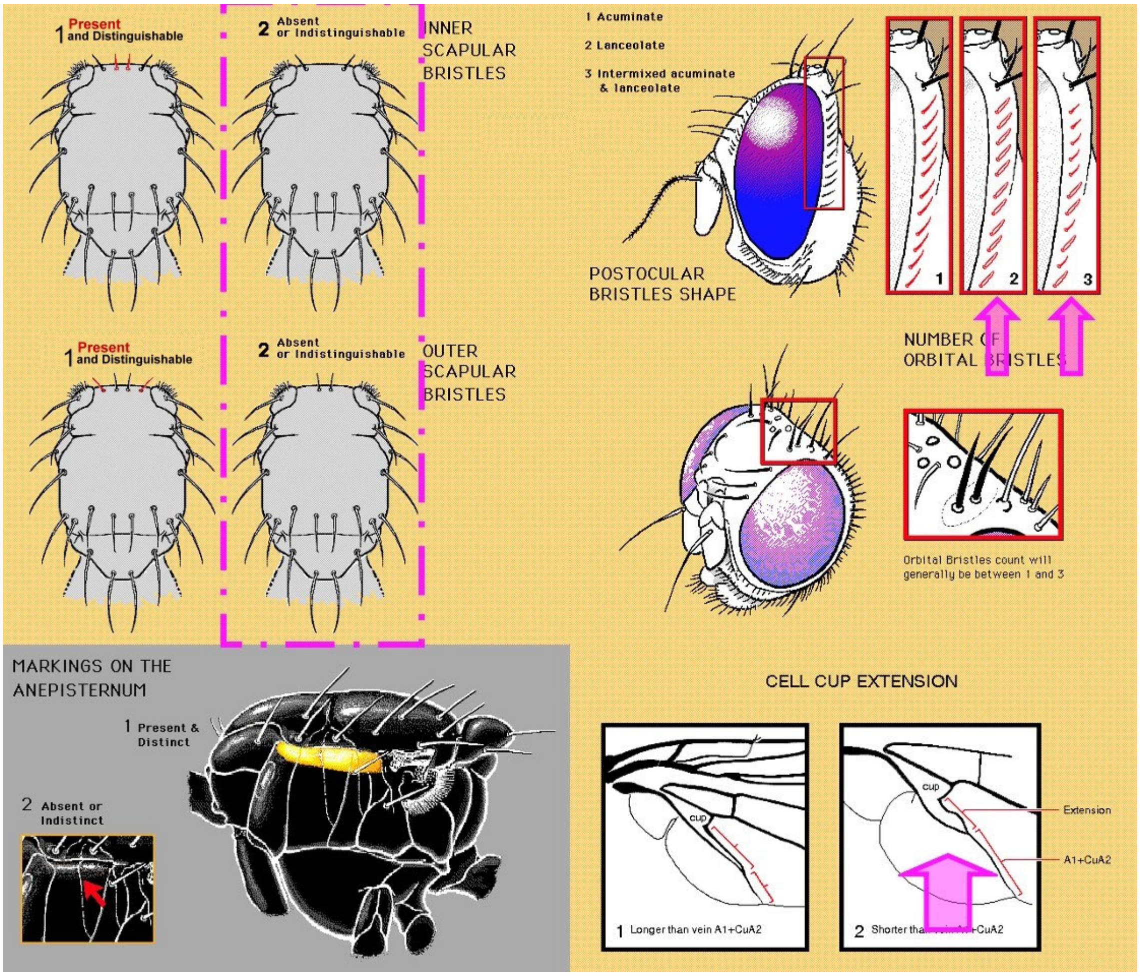

圖 5、斑翅實蠅亞科特徵。紅色箭頭及線框所標示為此亞科之形態類型(Thompson 1998)。

Fig. 5. Diagnostic characters for the subfamily Tephritinae. Red arrows and frames indicate the morphological types for this subfamily (Thompson 1998).

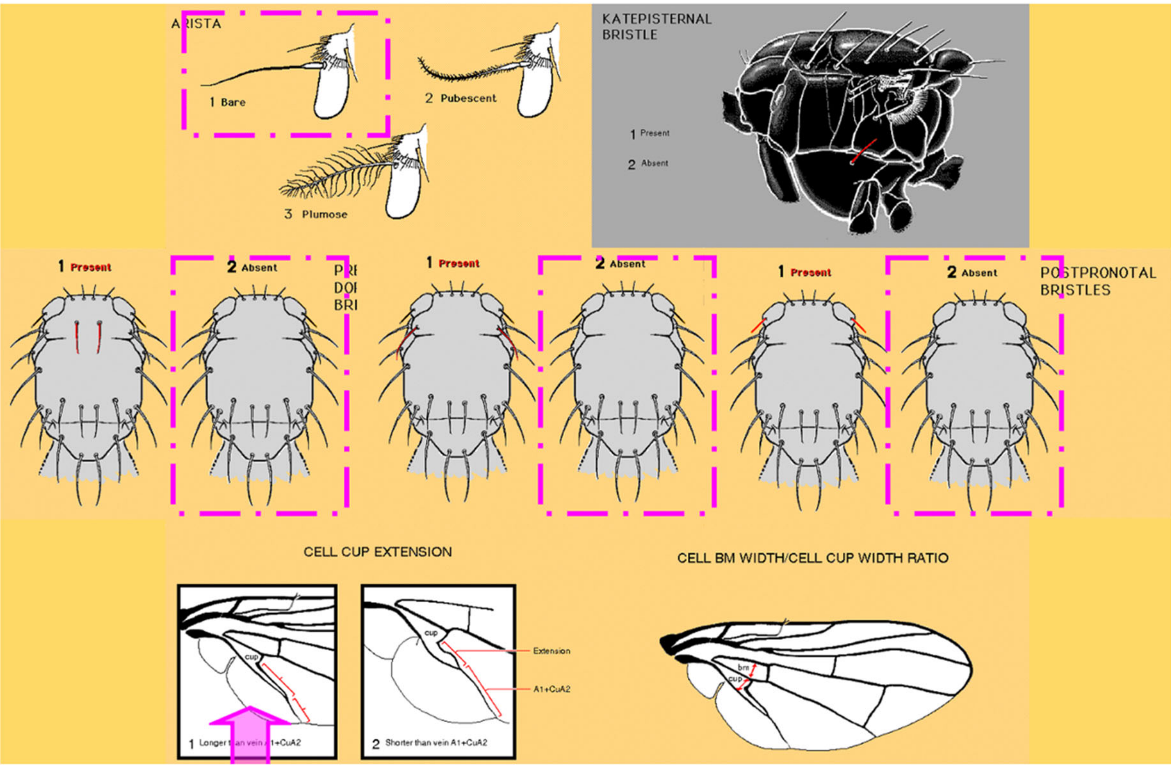

圖 6、寡毛實蠅亞科特徵。紅色箭頭及線框所標示為此亞科之形態類型(Thompson 1998)。

Fig. 6. Diagnostic characters for the subfamily Dacinae. Red arrows and frames indicate the morphological types for this subfamily (Thompson 1998).

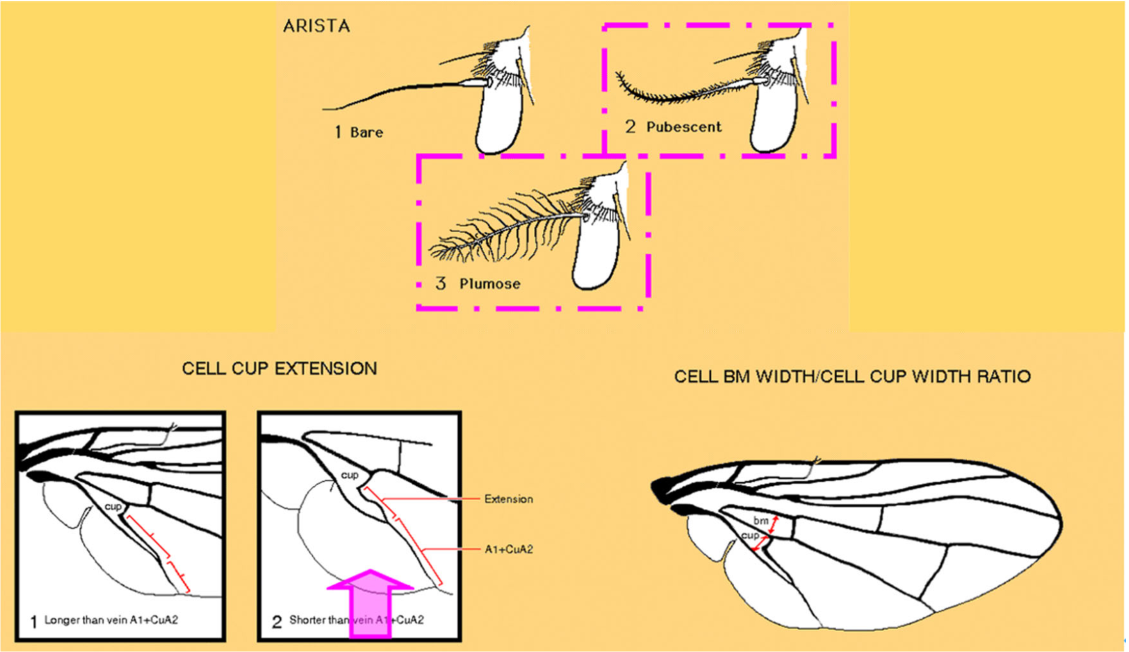

圖 7、蠟實蠅族（原蠟實蠅亞科）特徵。紅色箭頭及線框所標示為此亞科之形態類型(Thompson 1998)。

Fig. 7. Diagnostic characters for the tribe Ceratitidini (previously Ceratitidinae). Red arrows and frames indicate the morphological types for this subfamily (Thompson 1998).

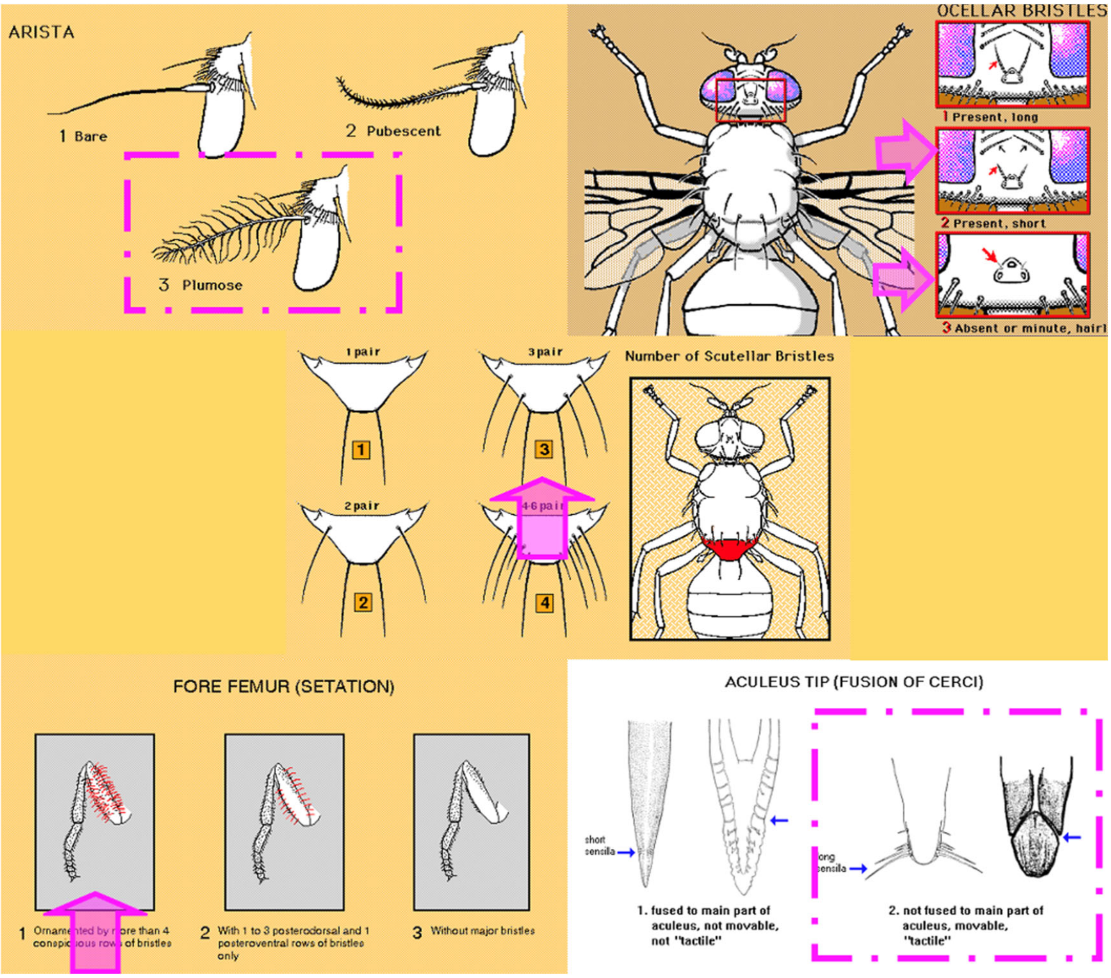

圖 8、菲實蠅亞科特徵。紅色箭頭及線框所標示為此亞科之形態類型(Thompson 1998)。

Fig. 8. Diagnostic characters for the subfamily Phytalmiinae. Red arrows and frames indicate the morphological types for this subfamily (Thompson 1998).

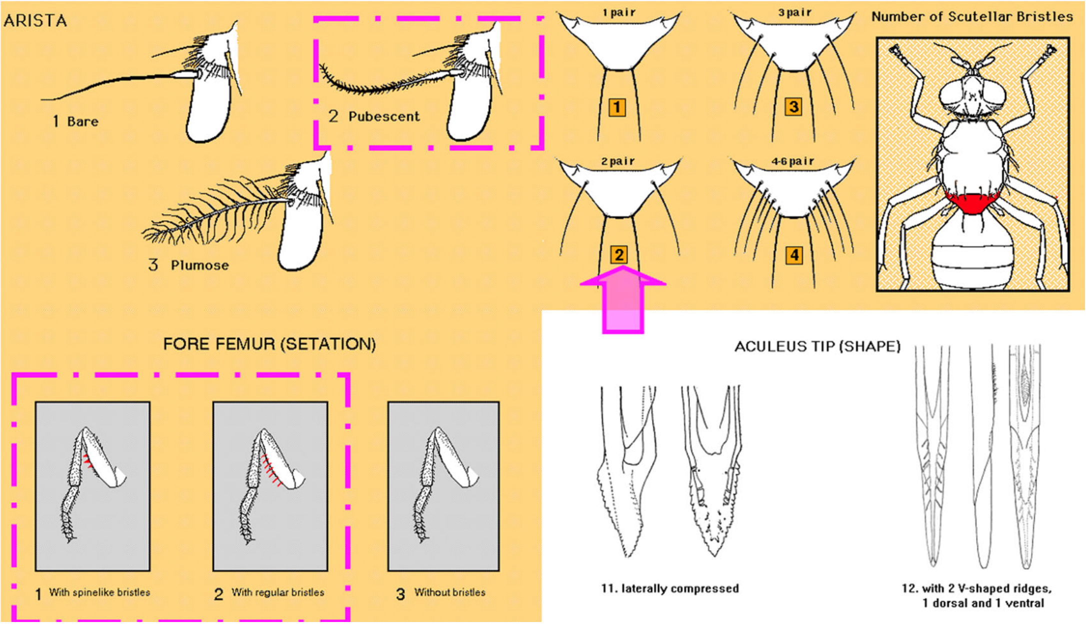

圖 9、紋翅實蠅亞科特徵。紅色箭頭及線框所標示為此亞科之形態類型(Thompson 1998)。

Fig. 9. Diagnostic characters for the subfamily Trypetinae. Red arrows and frames indicate the morphological types for this subfamily (Thompson 1998).

具經濟重要性果實蠅的鑑定

一、 具經濟重要性的果實蠅

根據Smith等人(1997)所編寫的歐洲檢疫害蟲名錄中，所列名的果實蠅有29種分屬於 *Anastrepha*、*Bactrocera*、*Ceratitis*、*Dacus*、*Rhagoletis* 等5屬（表1），而具經濟重要性的果實蠅幾乎都是屬於這五屬的種類，但並沒有哪一屬是世界性分布的屬(表2)以下就以這5屬做一簡單介紹：

表 1、歐洲列為檢疫害蟲的果實蠅 (Smith *et al.* 1997) (註：*Bactrocera* 下包含目前歸類於 *Zeugodacus* 屬之種類)

Table 1. Quarantine tephritid fruit fly species of Europe (Smith *et al.* 1997)

Genus	Species	Genus	Species
Anastrepha	*fraterculus*	***Ceratitis***	*capitata*
	ludens		*cosyra*
	obliqua		*quinaria*
	suspensa		*rosa*
Bactrocera	*carambolae*	***Dacus***	*ciliatus*
	caryae	***Rhagoletis***	*cingulata*
	cucumis		*completa*
	cucurbitae		*fausta*
	dorsalis		*mendax*
	kandiensis		*pomonella*
	minax		*ribico*
	occipitalis		
	papayae		
	philippinensis		
	pyrifoliae		
	tryoni		
	tsuneonis		
	zonata		

表 2、具經濟重要性的 5 屬果實蠅害蟲種類在各大洲的分布(改自 Qin *et al.* 2015) (註：*Bactrocera* 下包含目前歸類於 *Zeugodacus* 屬之種類)

Table 2. The geographic distribution of pest species of economic significance in 5 tephritid genera (modified from Qin *et al.* 2015)

	Asia	Africa	N. America	S. America	Europe	Oceania
Anastrepha	0	0	26	36	0	0
Bactrocera	33	5	5	0	1	25
Ceratitis	2	12	1	1	1	1
Dacus	8	14	0	0	0	3
Rhagoletis	2	0	15	6	4	0

(一) *Bactrocera* spp. 和 *Dacus* spp. 這兩屬同為寡毛實蠅亞科種類，具有典型的寡毛實蠅亞科的特徵；cup 室末端突出，成狹長型（圖 12）；觸角第三節長約為寬的 3 倍（圖 11）(註：*Bactrocera* 下包含目前歸類於 *Zeugodacus* 屬之種類)。常見如 *B. dorsalis*（東方果實蠅）。（圖 10A）

(二) *Anastrepha* spp. 具有紋翅實蠅亞科的特徵；通常翅上的中脈在連接到翅緣時會向下彎曲（圖 11）。著名的如 *A. fraterculus*（南美果實蠅）（圖 10B）

(三) *Rhagoletis* spp. 屬於紋翅實蠅亞科；cup 室的突起不發達(圖 12)，或缺如；翅的基部各室無點狀或網狀的複雜斑紋，翅的斑紋通常成箭頭狀。常見有 *R. pomonella*（蘋果實蠅）（圖 10C）

(四) *Ceratitis* spp. 屬於寡毛實蠅亞科蠟實蠅族；cup 室末端突出，但較為短且寬（圖 12）；翅的基部各室具有點狀或網狀的複雜斑紋。常見如 *C. capitata*（地中海果實蠅）（圖 10D）。

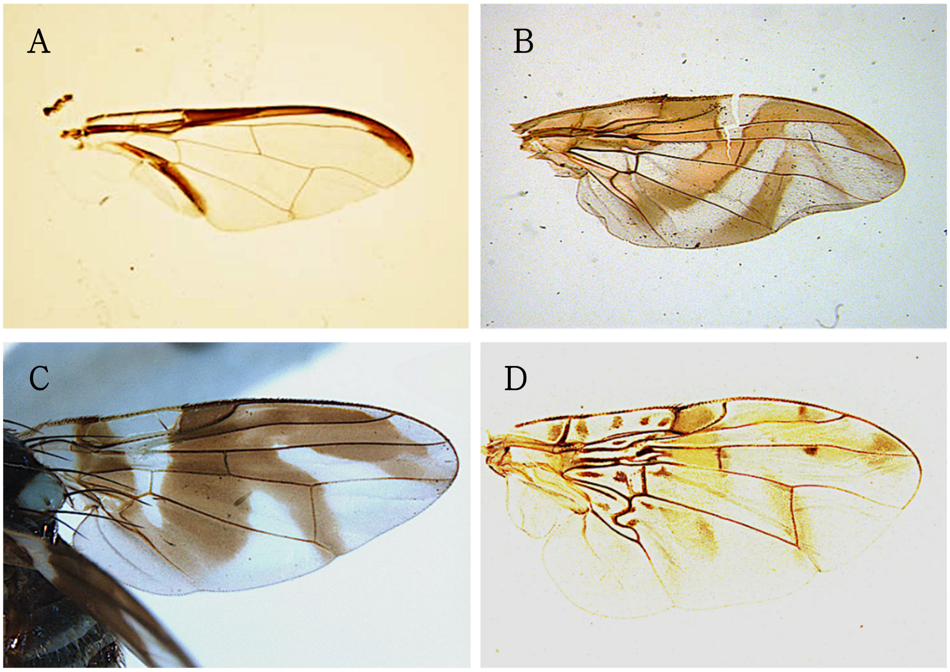

圖 10 果實蠅之翅的圖版。A，東方果實蠅；B，南美果實蠅；C，蘋果實蠅；D，地中海果實蠅。

Fig. 10. Wing of tephritid fruit flies. A, *Bactrocera dorsalis*, B, *Anastrepha fraterculus*, C, *Ragoletis pomonella*; D, *Ceratitis capitata*.

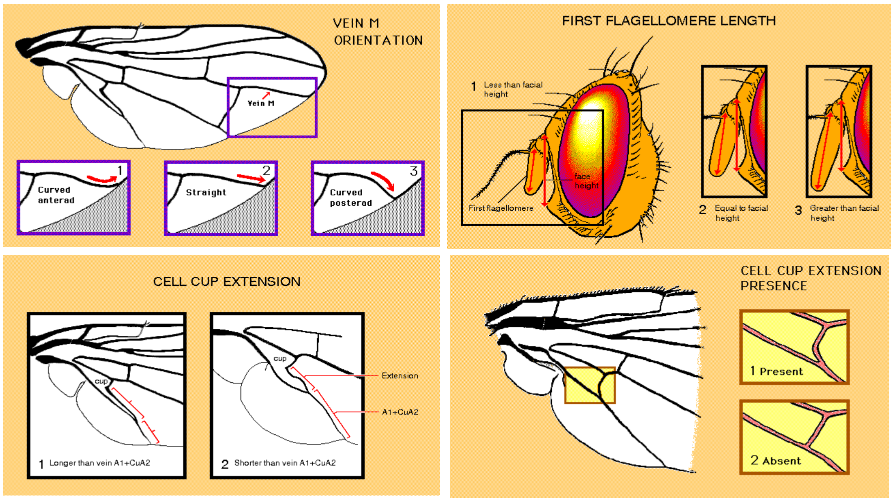

圖 11、具經濟重要性果實蠅鑑別特徵(Thompson 1998)。

Fig. 11. Diagnostic characters for fruit flies of economic significance (Thompson 1998).

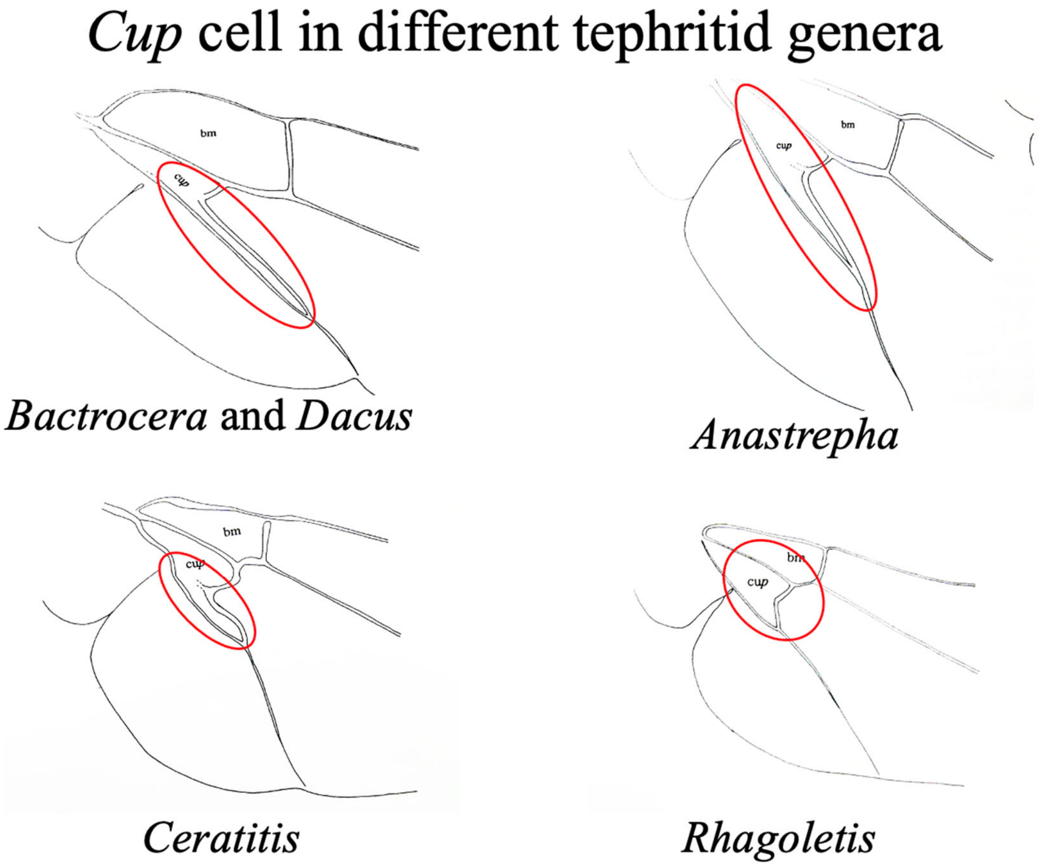

圖 12、 肘臀室(cup)翅室在 5 個主要果實蠅害蟲屬級的形態差異 (White & Elson-Harris 1992) 。

Fig. 12. Different shapes of cup cell in 5 major tephritid pest genera (White & Elson-Harris 1992).

寡毛實蠅亞科之分類及鑑定

寡毛實蠅亞科中包含亞太地區大多數的重要農業害蟲。本亞科下分為三個族，分別為蠟實蠅族(Ceratitidini)、腹帶實蠅族(Gastrozonini)及寡毛實蠅族(Dacini)。其中蠟實蠅族包含世界重要檢疫果實蠅種類地中海果實蠅(*Ceratitis capitata*)，而目前在台灣僅記錄 1 屬 1 種，為 Shiraki (1933) 所發表之小黑山紋實蠅 (*Paratrirhithrum nitobei*)；

腹帶實蠅族目前之研究尚不盡完善，臺灣已記錄 10 屬 16 種，部分已知生活史之物種幼蟲以竹亞科 (Bambusoideae) 之幼嫩植株為食；台灣產寡毛實蠅族包含背寡毛實蠅屬 (*Bactrocera*) (已紀錄 13 種) (Huang & Shiao 2021)、長角實蠅屬 (*Dacus*) (已紀錄 4 種) 與如寡毛實蠅屬 (*Zeugodacus*) (已紀錄 14 種) (Shiao 2019)，而亞太地區主要的果實害蟲均屬於上述三屬。

寡毛實蠅族下的三個屬，分別為背寡毛實蠅屬、長角實蠅屬、如寡毛實蠅屬。長角實蠅屬 (*Dacus*) 成員多為翅長 1 公分以上的大型物種；小楯板基部至端部之長度為基部之寬度的約 3 倍；腹部背板癒合，多數物種腹部前半部收窄形似蜂。背寡毛實蠅屬 (*Bactrocera*) 與如寡毛實蠅屬 (*Zeugodacus*) 腹部背板未癒合；腹部通常為橢圓形；小楯板基部至端部之長度為基部之寬度的約 2.5 倍；上膊剛毛無；翅基前剛毛有；小楯板前剛毛有(少部分物種無)；腹部第三背板兩側具梳狀剛毛。其中背寡毛實蠅屬小楯板剛毛 1 對；雄性腹部第五腹板明顯內凹，後尾突葉短。如寡毛實蠅屬小楯板剛毛 1 至 2 對；雄性腹部第五腹板微內凹，後尾突葉長。

寡毛實蠅族近年來較大的變動是關於如寡毛實蠅屬(*Zeugodacus*) 的獨立：如寡毛實蠅(*Zeugodacus*) 過去曾被置於長角實蠅屬(*Dacus*) 及背寡毛實蠅(*Bactrocera*) 屬之下的亞屬，然而後來的研究指出，*Zeugodacus* 與 *Bactrocera* 及 *Dacus* 事實上具有不同的演化歷史 (Krosch *et al.*, 2012; Virgilio *et al.* 2015)，分子證據更支持了 *Zeugodacus* 與 *Dacus* 具最近共祖，反而與 *Bactrocera* 之親緣關係較遠，因此被從最近的 *Bactrocera* 下的一個亞屬中獨立出來 (Krosch *et al.* 2012; Virgilio *et al.* 2015; San Jose *et al.* 2018; Dupuis *et al.* 2017)。寡毛實蠅亞科(Dacinae)在亞太地區是果實蠅中多樣性最高的一群，物種數遠多於分布於其他地理區，其中寡毛實蠅族的物種數有接近八成左右是分布在亞太地區(整個族約 932 種中的 730 種 (Doorenweerd *et al.* 2018))。Drew & Romig (2013) 在 Tropical fruit flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia: Indomalaya to North-West Australasia 專書中涵蓋多數已記錄種類，是目前最為完整的分類文獻。Doorenweerd *et al.* (2018) 在全球寡毛實蠅族物種名錄中重新整理名列 932 個物種，為目前最為完整的物種名錄。

而寡毛實蠅亞科下各族多以毛列及翅脈為主要區別特徵，種級分類則強烈依賴細微之色斑差異，如臉斑、背板、腹板斑紋及翅斑等，傳統上以繪圖方式呈現 (Drew & Romig 2013)，近年來許多學者、博物館或防檢疫相關單位開始著手建置影像資料庫，高解析的分類特徵圖譜對於以外部斑紋鑑定種類的果實蠅有極大的助益(https://www.padil.gov.au/; https://www.

ipmimages.org/; Plant Health Australia (2018))。 2014 年一份整合多位作者的研究報告，首次提出了對數個重要果實蠅害蟲的同物異名提出建議 (Schutze *et al.* 2014)，此文中以形態學、分子遺傳學、細胞學、化學生態學、交配相容性等各方面探討並處理包括木瓜果實蠅 *Bactrocera papayae* Drew & Hancock、菲律賓果實蠅 *Bactrocera philippinensis* Drew & Hancock、楊桃果實蠅 *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock 及入侵果實蠅 *Bactrocera invadens* Drew, Tsuruta & White 等重要寡毛實蠅害蟲物種，結論為將除楊桃果實蠅外的數個種類歸為東方果實蠅之同物異名。此研究挑戰了原先以 Drew 等學者建立以外部斑紋鑑種的穩定性。而本實驗室未發表資料中亦顯示斑紋分類特徵在種內的變異性(Wei 2012)。

寡毛實蠅族(Dacini)分類鑑定要領

一、 翅斑（圖 13）：

翅斑是寡毛實蠅最為容易辨識的外部特徵，大部分的種類都僅有前緣脈斑(costal band)及臀脈斑(Anal streak)，少數種類在其間會出現二到三段翅斑或更大範圍的著色區域。其他非本亞科的種類通常翅斑會較為複雜如紋翅與斑翅等，可以作為一個初步的判斷依據。通常翅上出現前緣脈斑及臀脈斑之外的斑紋除如寡毛實蠅如瓜實蠅 (*Zeugodacus cucurbitae*) （圖 13F）之外，較少有農業害蟲種類（如波羅蜜果實蠅（*B. umbrosa* 為其中之一的害蟲）（圖 13D）有此特徵。在寡毛實蠅族之中，首先以前緣脈斑可先大致區分為：

(1) 前緣脈斑連續完整，以東方果實蠅種群 (*B. dosalis* complex)為代表(圖 13A)，前緣脈斑前端不越過 R_{2+3}，後半段位於 R_{2+3} 與 R_{4+5} 之間稍微膨大，並終止於微超過 R_{4+5} 處。
(2) 前緣脈斑間斷不完整，以桃果實蠅(*B. zonata*) （圖 13B）及番石榴果實蠅(*B. correcta*)為代表。
(3) 前緣脈斑區域有無超越或覆蓋 R_{2+3}，如楊桃果實蠅(*B. carambola*)及後顱背寡毛實蠅(*B. occipitalis*)之前緣脈斑紋區域即微越過 R_{2+3}。
(4) 前緣脈斑末端（於 R_{4+5} 脈附近及翅尖）有無明顯膨大，有膨大者如茄實蠅(*B. latifrons*) （圖 13C）。

其次為臀脈斑: 臀脈斑通常種間差異不大，主要以末端有無膨大色斑來判斷，除此之外在如寡毛實蠅(*Zeugodacus*)種類雄蟲的附翅瓣(supernumerary lobe)的形狀也是一個判別特徵依據。

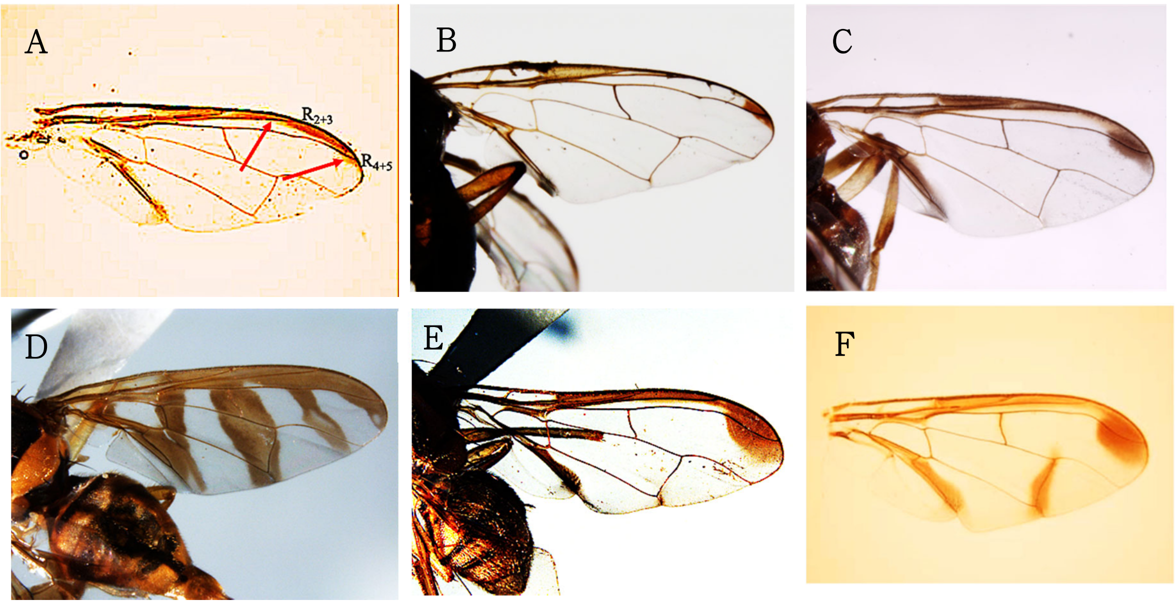

圖 13、寡毛實蠅族主要種類翅斑。A，東方果實蠅; B，桃果實蠅; C，茄實蠅; D，波羅蜜果實蠅; E，南瓜實蠅; F，瓜實蠅。

Fig. 13. Wing color pattern in Dacini species. A, *Bactrocera dorsalis*, B, *B. zonata*, C, *B. latifrons*, D, *B. umbrosa*, E, *Zeugodacus tau*, F, *Z. cucurbitae*.

二、胸部背板色斑（圖 14）

主要色斑出現在後前胸瓣色斑(postpronotal lobe)、側縫後色斑(lateral post-sutural vitta)及中縫後色斑(medial post-sutural vitta)（圖 2）。

(1) 側縫後色斑是寡毛實蠅物種鑑定上最常使用的特徵之一，其重點在於：色斑的寬或細、兩側色斑相對內側的平行或彎曲、色斑的形狀及長度（如前寬厚窄及延伸的長度及是否及於翅基內剛毛(ia, intra-alar seta)等）（圖 2）。如東方果實蠅的側縫後色斑屬於中等寬度、相對平行、前後粗細一致並延伸至 ia （圖 14A）。而同為東方果實蠅種群的斯里蘭卡果實蠅(*B. kandiensis*) （圖 14B）和印度果實蠅(*B. caryeae*)的側縫後色斑則明顯較細且不平行，且通常長度未延伸至 ia 或僅達 ia 邊緣。至於像台灣與菲律賓呂宋島有紀錄的非害蟲種類擬東方果實蠅(*B. dorsaloides*)則具有較為短且後側變細的側縫後色斑。

(2) 中縫後色斑是一條非常明顯位於胸部背板正中央的特徵，出現在大部分如寡毛實蠅(*Zeugodacus*)的種類上。雖然中縫後色斑有一些長度與寬度的差異，但其分類應用倒通常不是在於色斑本身，而是以其色斑旁邊背景的顏色來區別。如瓜實蠅(*Z. cucurbitae*)其中縫後色斑的背景著色通常較淺（圖 14C），而南瓜實蠅(B. tau) （圖 14E）和巨斑實蠅(*Z. synnephes*)的背景黑色斑面積顯然較為廣泛(圖 14F)，至於台灣有紀錄的黑楯板實蠅(*Z. scutellatus*)背板顏色則幾乎為全黑（圖 14D）。

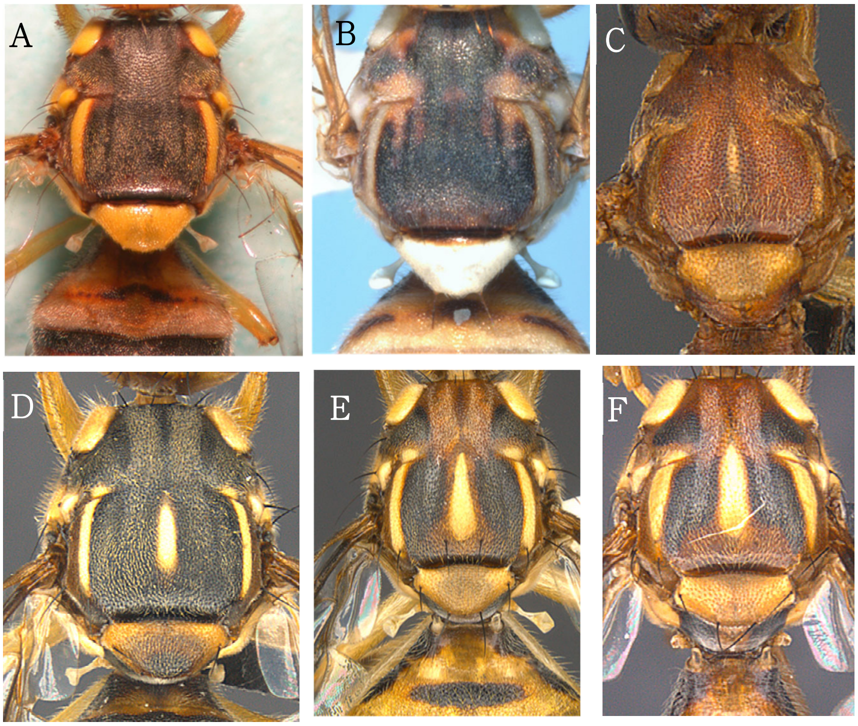

圖 14、寡毛實蠅種類胸背板色斑。A，東方果實蠅; B，斯里蘭卡果實蠅; C，瓜實蠅; D，黑楯板實蠅; E，南瓜實蠅; F，巨斑實蠅。

Fig. 14. Dorsal thoracic color patterns of Dacini species. A, *Bactrocera dorsalis*; B, *B. kandiensis*; C, *Zeugodacus cucurbitae*; D, *Z. scutellatus*; E, *Z. tau*; F, *Z. synnephes*.

三、腹部背板色斑（圖 15）

在可見腹節的 5 節背板上，常出現各種不同形式的黑色著色斑紋，是一個常使用的形態辨識特徵。可以區分成以下幾個不同的差異顯示：

(1) 從第 3 節開始位於腹背板正中央的縱走斑紋，其粗細及延伸的長度是判斷種類的依據之一。其與第 3 節前緣黑斑所形成的 T 字型斑紋是多數寡毛實蠅都有的特徵。如斯里蘭卡果實蠅(*B. kandiensis*)的中縱斑紋(medial longitudinal dark band)有較細的寬度（圖 15D），而楊桃果實蠅(*B. carambolae*)及後顱背寡毛實蠅(*B. occipitalis*)的中縱斑紋則明顯較粗（圖 15E）。

(2) 第 3、4 及 5 腹節背板的兩側邊緣黑斑(lateral dark marking)，從全黑、部分邊緣黑化到完全缺如的皆有。如香蕉果實蠅(*B. musae*)幾乎不見斑紋，而波羅蜜果實蠅（*B. umbrosa*）3-5 節腹背板僅有淡棕色著色的邊緣斑紋(圖 15C)，至於東方果實蠅雖有深黑的邊緣斑紋但一般所佔範圍較窄（圖 15B），梨果實蠅(*B. pyrifoliae*)邊緣斑則明顯較大、而斐濟果實蠅(*B. passiflorae*)則腹部背板幾為全黑，也不見中縱斑紋（圖 15F）。

四、前中後足色斑（圖 16）

足的色斑鑑別特徵以腿節的變化最多，也最常被使用，而腿節中又以前足腿節的色斑變異最大。常出現的形式有無色斑、腿節末短有深色著色或深色斑點等。斯里蘭卡果實蠅(*B. kandiensis*)的前、中、後足腿節皆有明顯黑色區塊斑紋，而印度果實蠅(*B. caryeae*)則是位於各腿節內側有長型黑斑(圖 16B)，而梨果實蠅(*B. pyrifoliae*)則是前足腿節具一點狀黑斑，至於一般東方果實蠅的典型個體則通常前、中、後足腿節皆不具黑斑。

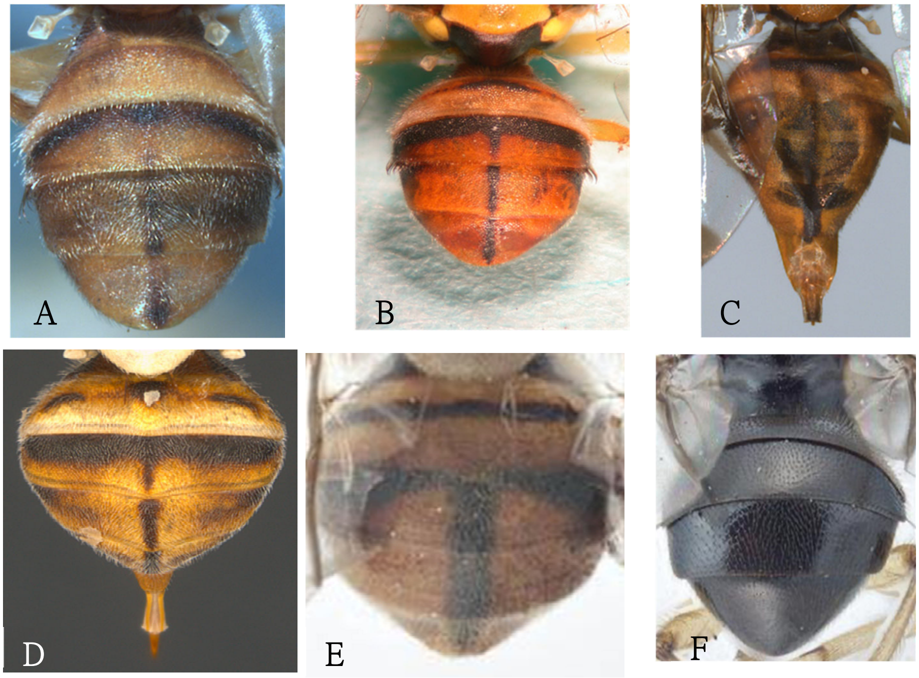

圖 15、寡毛實蠅種類腹部背板色斑。A，瓜實蠅; B，東方果實蠅; C，波羅蜜果實蠅; D，斯里蘭卡果實蠅; E，後顱背寡毛實蠅; F，斐濟果實蠅。(E, F 取自 https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/)

Fig. 15. Abdominal color patterns on Dacini species. A, *Zeugodacus cucurbitae*; B, *Bactrocera dorsalis*; C, *B. umbrosa*; D, *B. kandiensis*; E, *B. occipitalis*; F, *B. passiflorae*.

(E, F from https://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet/)

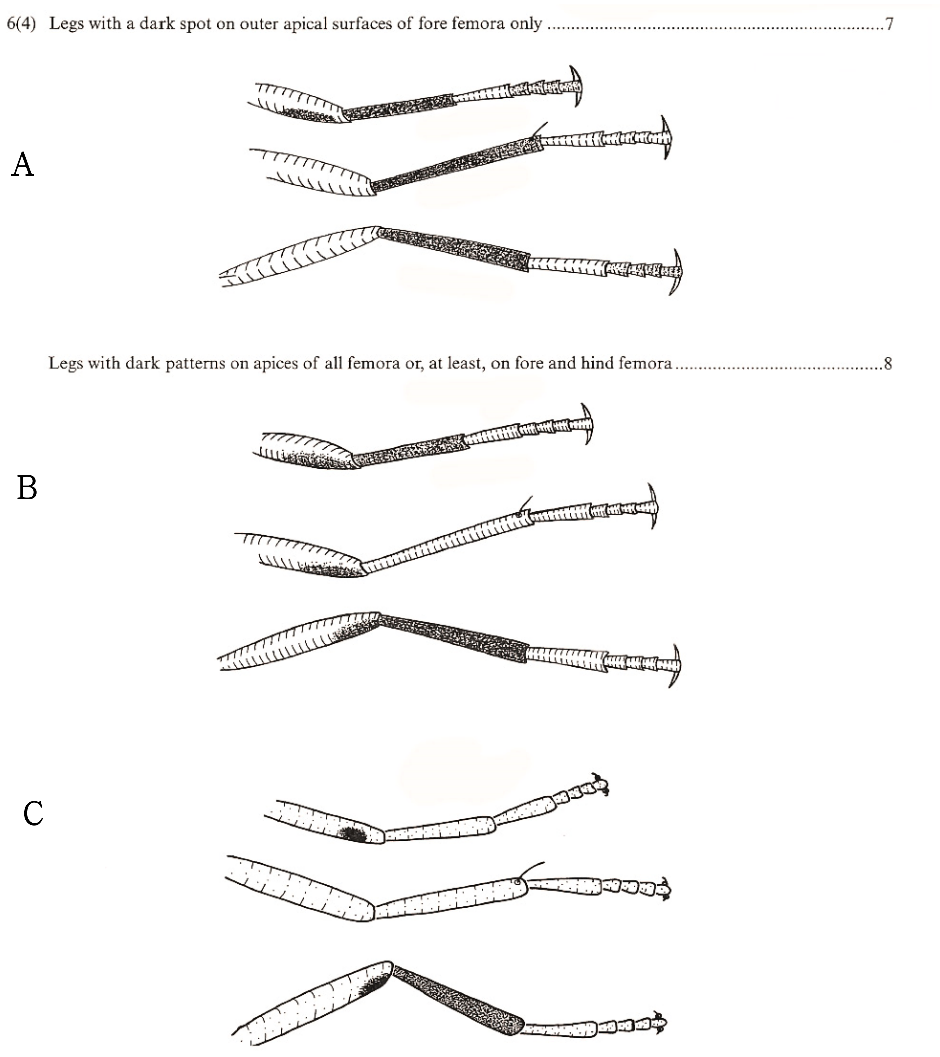

圖 16、寡毛實蠅族種類足斑紋形式範例。A，僅前足腿節外側具斑點；B，前中後足腿節端部均具斑點，但僅前、後足脛節黑色（如斯里蘭卡果實蠅及印度果實蠅）；C，前、後足腿節端部具斑點，但僅後足脛節為黑色（Drew ＆ Romig 2016）。

Fig. 16. Leg color patterns in Dacini species. A, only outer side of fore-femora with an apical black spot; B, all femora with apical black spots, but only fore- and hind-tibiae black (e.g. *B. kandiensis* and *B. caryeae*); C, fore- and hind-femora with apical spots, but only hind-tibiae black (Drew ＆ Romig 2016).

五、臉斑（圖 17）

臉斑位於半月瘤區(lunule)觸角著生部位側下方，是一個容易找到的明顯特徵，從完全缺如到點狀斑紋甚至整區黑色著色者皆有。比較常被提及在分種鑑別用途上的是點狀斑紋的形狀差異。例如同屬翅前緣脈斑連接不完整的桃果實蠅與番石榴果實蠅的臉斑區別，其中桃果實蠅的小型臉斑是點狀分離的（圖 17E），而番石榴果實蠅的臉斑則通常會形成左右延長的長型臉斑，甚至兩個臉斑會相連呈線型（圖 17A、B）。斯里蘭卡果實蠅臉斑一般呈較大橢圓形（圖 17C、D），而昆士蘭果實蠅（圖 17F）及東方果實蠅則一般形成圓形到橢圓形的中型臉斑。

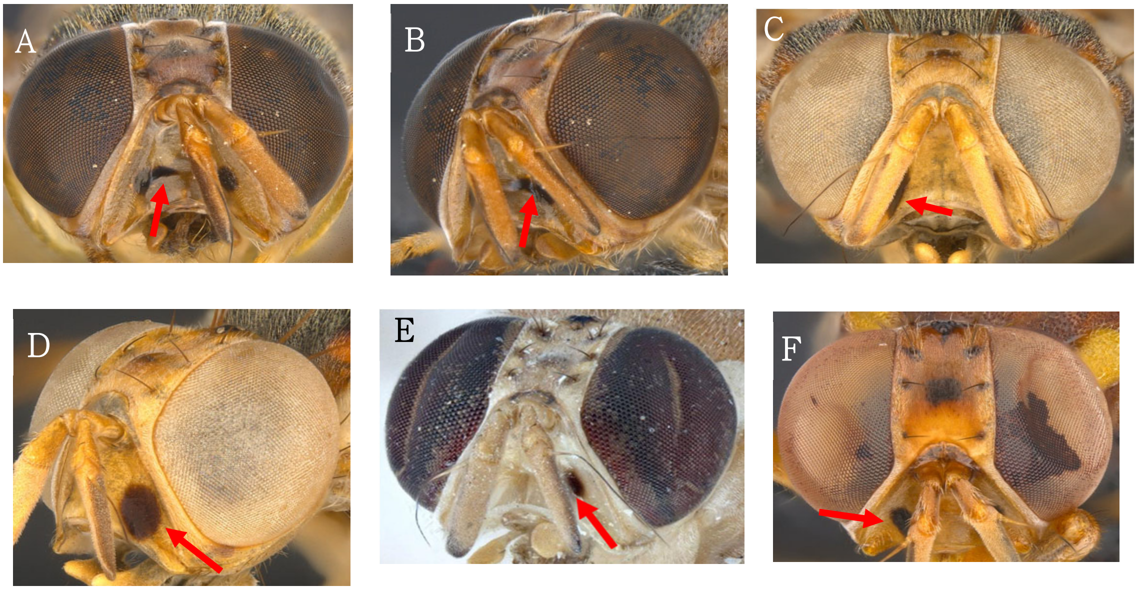

圖 17、寡毛實蠅種類臉斑型式。A，番石榴果實蠅，正面觀；B，番石榴果實蠅，側面觀；C，斯里蘭卡果實蠅，正面觀；D，斯里蘭卡果實蠅，側面觀；E，桃果實蠅 (https://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/pest/main/136212/265); F，昆士蘭果實蠅。

Fig. 17. Facial spots on Dacini species. A, *B. correcta*, frontal view ; B, *B. correcta*, lateral view; C, *B. kandiensis*, frontal view; D, *B. kandiensis,* lateral view; E, *B. zonata* (https://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/pest/main/136212/265); F, *B. tryoni.*

結語

果實蠅形態分類在針對兩亞科內 6 個屬的害蟲種類區辨上，除在寡毛實蠅類群上因為形態相近較難區分之外，其餘大多可輕易以外部特徵準確判別。寡毛實蠅族的種類在亞太地區具有絕對優勢的物種多樣性，其物種鑑別依 Drew & Romig (2016)的整理，主要為前述的幾類特徵，著重在色斑的應用，比較複雜的問題來自於可能需要同時整合上述幾類特徵加以綜合判斷，使得這類以形態為主的鑑別系統強烈依賴各部位整合的分類圖譜如繪圖或影像來輔助。此外因為標本保存狀態不佳所導致的蟲體變色，會嚴重影響標本鑑定的可信度，特別是對於一些較為不常見且形態相近容易混淆的物種。

澳洲 Plant Health Australia 自 2011 年起開始出版一套果實蠅鑑定手冊(The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies)，目前已發行到了第 3.1 版。此套手冊主要是遵循 Dick Drew 教授的果實蠅分類系統建置，目的是健全整個澳洲果實蠅檢防疫網絡體系中果實蠅物種診斷鑑定的需求，對象是提供第一線診斷鑑定工作人員訓練及平時應用之參考。每個版本都有建立不同的簡易分類系統，主要針對該地區常見的本土及外來害蟲種類。此種針對主要害蟲所建立的特殊且快速的形態分群方式，非常有效率且值得效法。例如先以明顯的胸背板斑紋區分成 2 個色斑型(2-vitta type; lateral post-sutural vitta)、3 個色斑型(3-vitta type; lateral post-sutural vitta + medial post-sutural vitta)、無色斑型(Zero-vitta type)及各翅斑翅紋型，各型旗下再以體色、前緣脈斑等再行區分。以這種特殊的分群方式佐以清楚圖片形成一套自成一格的圖索鑑定系統，可以方便應用於一般鑑定的實務需求。

而過去其實也不乏對於果實蠅鑑定技術的開發：例如有些學者會將同屬或同一類的果實蠅整理，附上檢索表，例如：Drew 和 Hancock (1994)所發表的亞洲地區果實蠅的東方果實蠅種群、汪(1996)描述東亞地區的果實蠅，曾及張(1997)發表世界檢疫重要性果實蠅彩色圖鑑以及曾及張(1998)敘述寡毛實蠅亞科之地理分布及 26 種在植物檢疫上的重要種類。一般形態鑑定主要根據學者所描述的形態特徵，經過比對後，辨別出是哪一種果實蠅，通常在發表的文獻中都只有幾種的果實蠅，但是這種方式是經由專家所訂定出來的，但是若給一般非專業人士使用，常常會有很大的困難，因此將各種果實蠅的照片集合成圖鑑的方式，適合給一般非專業的使用者進行比對。另外，將傳統檢索表及圖片結合成圖索表是另一種方式，可以提供比圖片更精確的比對，但又不會有傳統檢索表使用上的困難。近年來電腦科技的發展得相當迅速，因此，亦可以利用電腦來做影像的判別，用來做為鑑定的方法，例如 Dietrich 和 Pooley 在 1994 年開發出 ALIS，用來檢測浮塵子，即是利用電腦來做影像的辨識。果實蠅

的身上具有許多的特殊的紋路、斑點，例如胸部背板、翅等，所形成的特異性圖譜，利用這種方式開發出電腦影像的辨識系統應有極大的潛力。

誌謝

本文內容承行政院農業委員會動植物防疫檢疫局計畫補助支持（110 農科-5.3.3-檢-B1(2)、111 農科-5.3.3-檢-B1(2)），謹此致謝。

參考文獻

中華昆蟲學會。1994。昆蟲綱科以上學名中名對照表。中華昆蟲學會特刊第九號。40 頁。

汪興鑒。1996。東亞地區雙翅目實蠅科昆蟲。動物分類學(21)。419 頁。

張弘毅。2001。台灣中北部竹林中活動的果實之種類多樣性及其季節變動（雙翅目：果實蠅科）。國立台灣大學植物病蟲害學研究所博士論文。362 頁。

曾義雄、張弘毅。1997。世界檢疫重要果實蠅彩色圖鑑。經濟部商品檢驗局新竹分局，新竹市。155頁。

曾義雄、張弘毅。1998。寡毛果實蠅亞科之地理分布及在植物檢疫上之重要性種類敘述。台灣果實蠅防治技術研討會專刊：70-129。

曾義雄、林自新、楊振德、余秀玲、朱耀沂。1973。台灣果實蠅科之種類調查。經濟部商品檢驗局印。18 頁。

Bezzi, M. 1913. Indian trypaneids (fruit flies) in the collection of Indian museum, Calcautta. Mem. Indian Mus. 3: 53 – 175.

Dietrich, C. H., and C. D. Pooley. 1994. Automated identification of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae: *Draeculacephala* Ball). Ann. Entomol. Soc. Am. 87: 412-423.

Doorenweerd, C., L. Leblanc, A. L Norrbom, M. S. Jose, and D. Rubinoff. 2018. A global checklist of the 932 fruit fly species in the tribe Dacini (Diptera, Tephritidae). ZooKeys 730: 19-56.

Dowell, R. V. and L. K. Wange. 1986. Process analysis and failure avoidance in fruit fly prpgrams. pp. 43-65. *in*: Pest control. (Mangel, M., J. R. Carey, and R. E. Plant, eds.) NATO ASI Series, Springer-Verlag, New York.

Drew, R. A. I. and D. L. Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* complex of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Asia. CABI Bull. Entomol. Res. 2.

Drew, R. A. I. and M. C. Romig. 2013.

Tropical Fruit Flies (Tephritidae: Dacinae) of South-East Asia: Indomalay to North-west Australasia. CAB International, Wallingford. 655 pp.

Drew, R. A. I. and M. C. Romig. 2016. Keys to the tropical fruit flies of South-East Asia. CABI Publishing, Oxfordshire.

Dupuis, J. R., F. T. Bremer, A. Kauwe, M. San Jose, L. Leblanc, D. Rubinoff, and S. Geib. 2017. HiMAP: Robust phylogenomics from highly multiplexed amplicon sequencing. bioRxiv. http://bi.orxiv.org/content/early/2017/11/05/ 213454.abstract.

Enderlein, G. 1911. Trypetiden-studien. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Geogr. Biol. Tiere. 31: 407 – 460.

FAO. 1986. Report of the expert consultation on progress and problems in controlling fruit fly infestation, Bangkok, 1986. RAPA Publication,1986(28), 1-18. Food and Agriculture Organization, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.

Hardy, D. E. 1973. The fruit flies (Tephritidae-Diptera) of Thailand and bordering countries. Pac. Insects Monogr. 31: 1 – 353.

Hardy, D. E. 1974. The fruit flies of the Philippines (Diptera: Tephritidae). Pac. Insects Monogr. 32: 1 – 266.

Hendel, F. G. 1927. 49. Trypetidae. pp. 1 – 221. *in*: Die Fliegen der Palaearktischen Region 5 (1) (Linder E., ed.), Stuttgart.

Hering, E. M. 1947. Neue Gattungen und Arten der Fruchtfliegen. Siura Seva 6: 1 – 16.

Huang, C. Y. and S. F. Shiao. 2021. Checklist of Species of *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) in Taiwan. Formos. Entomol. 41: 147 – 157.

Korneyev, V. A. 1999. Phylogenetic relationships among higher groups of Tephritidae. pp. 73 – 113. *in*: Fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. (Aluja M. and A. L. Norrbom, eds.) CRC Press, New York, Washington D.C.

Krosch, M. N., M. K. Schutze, K. F. Armstrong, G. C. Graham, D. K. Yeates, and A. R. Clarke. 2012. A molecular phylogeny for the Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae): Systematic and biogeographic implications. Mol. Phylogenet. Evol.

64: 513 – 523.

Munro, H. K. 1935. Observations and comments on the Trypetidae (Dipt.) of Formosa, Arbeiten uber Physiologische und Angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem, 2, 195-203, 253-271.

Qin, Y., D. R. Paini, C. Wang, Y. Fang, and Z. Li. 2015. Global establishment risk of economically important fruit fly species (Tephritidae). PLoS ONE 10: e0116424. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116424

San Jose, M., C. Doorenweerd, L. Leblanc, N. Barr, S. M. Geib, and D. Rubinoff. 2018. Incongruence between molecules and morphology: A seven-gene phylogeny of Dacini fruit flies paves the way for reclassification (Diptera: Tephritidae). Mol. Phylogenet. Evol. 121: 139 – 149.

Schutze, M. K., N. Aketarawong, W. Amornsak, K. F. Armstrong, A. A Augustino, N. Barr, W. Bo, K. Bourtzis, L. M. Boykin, C. Caceres, S. L. Cameron, T. A. Chapman, S. Cjinvinijkul, A. Chomic, M. D. Meyer, E. Drosopoulou, A. Englezou, S. Ekesi, A. Gariou-Papalexiou, S. M. Geib, D. Hailstones, M. Hasanuzzaman, D. Haymer, A. K. W. Hee, J. Hendrich, A. Jessup, Q. Ji, F. M. Khamis, M. N. Krosch , L. Leblanc, K. Mahmood, A. R. Malacrida, P. Mavragani-Tsipidou, M. Mwatawala, R. Nishida, H. Ono, J. Reyes, D. Rubinoff, M. Sanjose, T. E. Shelly, S. Srikachar, K. H. Tan, S. Thanaphum, I. Haq, S. Vijaysegaran, S. L. Wee, F. Yesmin, A. Zacharopoulou, and A. R. Clarke. 2014. Synonymization of key pest species within the *Bactrocera dorsalis* species complex (Diptera: Tephritidae): taxonomic changes based on a review of 20 years of integrative morphological, molecular, cytogenetic, behavioural and chemoecological data. Syst. Entomol. 40: 456 – 471.

Shiao, S. F. 2019. Species Checklist of *Zeugodacus* (Diptera: Tephritidae: Dacini) in Taiwan. Formos. Entomol. 39: 36 – 45.

Shiraki, T. 1933. A systematic study of Trypetidae in the Japanese Empire. Mem. Fac. Sci. Agric. Taihoku Imp. Univ. 8. 509 pp.

Shiraki, T. 1968. Fruit flies of Ryukyu Islands. US Natl. Mus. Bull. 236: 1 – 104.

Smith, I. M., d. G. McNamara, P. R. Scott, M. Holderness, and B. Burger. 1997. Quarantine Pests for Europe. CAB International. 1402 pp.

Thompson, F. C. 1998. Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database. North American Dipterists' Society, Backhuys Publishers. 524 pp.

Virgilio, M, K. Jordaens, C. Verwimp, I. M. White, and M. D. Meyer. 2015. Higher phylogeny of frugivorous flies (Diptera, Tephritidae, Dacini): Localised partition conflicts and a novel generic classification. Mol. Phylogenet. Evol. 85: 171 – 179.

Wei, S. T. 2012. Morphological Polymorphism and Phenotypic Plasticity in *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) of Taiwan, Master's thesis, National Taiwan University, Taipei.

White, I. M. and M. M. Elson-Harris. 1992. Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. CAB International in association with ACIAR, Wallingford. 601 pp.

Identification of fruit fly species (Diptera: Tephritidae) of plant quarantine and protection significance

Chien-Yu Huang[1], Wei-Huang Tsai[2], and Shiuh-Feng Shiao[1,*]

[1]Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

[2]Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan

Abstract

The family Tephritidae is a large group in the order Diptera, with more than 1,000 genera and about 5,600 species have been recorded and widely distributed all over the world. The fruit fly has a huge impact on the agricultural economy. Its larvae can directly damage the stems, leaves, flowers, fruits and seeds of the plant, especially the damage to the fruit of the plant causes the largest loss of the agricultural economy. Among them, species in 6 genera of *Anastrepha*, *Bactrocera*, *Ceratitis*, *Dacus*, *Ragoletis* and *Zeugodacus* are more economically important. The larvae of the fruit fly can spread to new areas with the import and export of the hosts, and the adults have strong flying ability. Once established in a new area, they will quickly spread and become new economic pests in that area. Important quarantine pests are strictly controlled to stop their spread and prevent agricultural products from being threatened. The most basic method is to use external morphological characteristics as the basis for identification. There are many species of economic importance which live in different geographic regions; however, their external morphological characteristics are very similar and difficult to distinguish. This paper briefly introduces the six major genera of pests in the world for plant quarantine and protection as well as their classification and identification methods; especially focusing on the identification of important Dacinae species distributed in the Asia-Pacific region.

Key words: Taxonomy, Identification, Morphology, Trypetinae, Dacinae

*Corresponding author.
E-mail: sfshiao@ntu.edu.tw